

**PENGARUH PENGGUNAAN BEBERAPA JENIS AIR
BERDASARKAN KESADAHANNYA TERHADAP WAKTU
PENGGERASAN AKHIR *Dental Stone Tipe III***

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
Sarjana Kedokteran Gigi*



SITI ZULHAJJAH TRIPALU SASMITA MD

J111 13 512

**BAGIAN ILMU BAHAN DAN TEKNOLOGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2016

**PENGARUH PENGGUNAAN BEBERAPA JENIS AIR BEDASARKAN
KESADAHANAANYA TERHADAP WAKTU PENGERASAN AKHIR *DENTAL*
*STONE TIPE III***

SKRIPSI

**Diajukan Kepada Universitas Hasanuddin
Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi**

SITI ZULHAJJAH TRIPALU SASMITA MD

J 111 13 512

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2016**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Air Berdasarkan Kesadahan
Terhadap Waktu Pengerasan Akhir *Dental Stone Tipe III*
Oleh : Siti Zulhajjah Tripalu Sasmita MD / J111 13 512

Telah Diperiksa dan Disahkan

Pada Tanggal 22 April 2016

Oleh :

Pembimbing

drg. Iman Sudjarwo, M.Kes

NIP. 19540521 198503 1 002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Hasanuddin

Dr. drg. Bahruddin Thalib, M.Kes, Sp. Pros
NIP. 19640814 199103 1 002

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan mahasiswa yang tercantum dibawah ini

Nama : Siti Zulhajjah Tripalu Sasmita MD

NIM : J111 13 512

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Air Berdasarkan
Kesadahannya Terhadap Waktu Pengaruh Pengerasan Akhir *Dental*
Stone Tipe III

Menyatakan bahwa Judul Skripsi yang diajukan adalah judul yang baru dan tidak
terdapat di Perpustakaan Fakultas Kedokteran Gigi Unhas.

Makassar, 22 April 2016

Staf. Perpustakaan FKG-UH



NURAEDA, S, Sos

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena rahmat-Nya maka penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Air Berdasarkan Kesadahanannya Terhadap Waktu Pengerasan Akhir *Dental Stone Tipe III*” Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.

Penulisan menyadari bahwa tanpa adanya bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak, mulai dari masa perkuliahan sampai pada masa penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. **drg. Iman Sudjarwo, M.Kes** selaku pembimbing skripsi, yang telah menyediakan waktu dan ikut serta menyumbangkan pikiran untuk penyusunan skripsi ini sehingga dapat selesai tepat waktu. Terima kasih atas segala bantuannya semoga Tuhan tetap memberikan rahmat-Nya kepada dokter dan keluarga.
2. **Dr. drg. Bahruddin Thalib, M. Kes, Sp. Pros.** selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.
3. Seluruh dosen yang telah membagi ilmu yang dimilikinya kepada penulis selama jenjang perkuliahan, serta para staf karyawan Fakultas Kedokteran Gigi, baik staf administrasi, akademik, dan perpustakaan yang juga berperan penting dalam kelancaran perkuliahan penulis.

4. Dengan sepenuh cinta, hormat, dan rasa bangga, penulis menghaturkan terima kasih kepada Ayahanda **H.Muhammad Djamir DR,SH.MH** dan Ibunda **Hj.Kasmawati Parengrengi,Ss** yang telah mencurahkan segenap perhatian dan kasih sayangnya, serta doa yang tak henti-hentinya terucap untuk keberhasilan penulis dan bantuan segi material.
5. **Hj.Siti Kasdjarianti Ekahutami Ningsih MD,SH.M,kn** dan **Muhammad Djaka Dwi Soetrisno MD,SH.MH** selaku saudara kandung yang senantiasa menyemangati.
6. **drh.Riswandi** sebagai kakak ipar yang baik, terima kasih sudah mau meluangkan waktu dan membantu penulis selama penelitian
7. **Andi Kalam AS** terima kasih atas sumbangan pikiran, perhatian, dukungan, dan semangat yang diberikan kepada penulis selama ini.
8. Seluruh keluarga besar yang telah memberikan dorongan dukungan dan doa sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi dan perkuliahan.
9. **drg.Rady Abdullah M,Kes.** Dan **Syarif Razak** terima kasih sudah menjadi om yang perhatian, membagi ilmu, dan memberikan masukan judul skripsi.
10. Sahabat terbaikku: **Musniati Musawir**, dan **Sovia Sampe Polan**, terima kasih atas segala bantuan dan doanya selama ini, tanpa dukungan yang begitu besar dari kalian, penulis tidak mungkin menyelesaikan penelitian ini.

11. Teman-teman angkatanku **Restorasi 2013** serta teman-teman se fakultas yang telah mendukung selama ini, tanpa bantuan dan semangat dari kalian, penulis tidak mungkin sampai ke tahap ini.

12. **Nur Hardiyanti Zamad**. Terima kasih telah menjadi teman diskusi dalam analisis data skripsi.

13. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam Penulisan skripsi ini penulis merasa masih banyak kekurangan-kekurangan baik pada teknis penulisan maupun materi, mengingatkan kemampuan yang dimiliki penulis. Untuk itu kritik dan saran dari semua pihak sangat penulis harapkan demi penyempurnaan pembuatan skripsi ini. Semoga karya kecil ini dapat bermanfaat. Aamiin Ya Rabbalalamiin. Aamiin Ya Allah. Aamiin Ya Allah.

Makassar, 22 April 2016

Siti Zulhajjah Tripalu Sasmita MD

ABSTRAK

Kalsium sulfat α -hemihidrat sering disebut sebagai *dental stone*. *Dental stone* terdiri atas tiga tipe yaitu Tipe III, Tipe IV (Kekuatan Tinggi), Tipe V (Kekuatan Tinggi, Ekspansi Tinggi). *Dental Stone* Tipe III merupakan gipsum yang ideal digunakan untuk pembuatan dai, karena dai biasanya digunakan untuk preparasi kavitas dengan malam yang diukir sehingga dibutuhkan model yang tahan abrasi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan beberapa jenis air berdasarkan kesadiahannya terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III. Terdapat Tiga buah varians yaitu, manipulasi dengan air PDAM, air sumur, dan air mineral. Masing – masing varians memiliki lima buah replika dan diukur dengan menggunakan *Vicat apparatus*.

Waktu pengerasan akhir adalah suatu keadaan dari campuran *dental stone* ketika jarum berdiameter 1 mm, berpenetrasi ke dalam campuran *dental stone* tidak melebihi 2 mm. Setiap jenis air diuji nilai kesadiahannya. Dari hasil analisis *two way anova* didapatkan pengaruh jenis terhadap pengerasan akhir *dental stone* tipe III dengan nilai signifikan 0,964, pengaruh kesadahan air terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe IV dengan nilai signifikan 16,767, yang berarti signifikan karena $P < 0,05$, sehingga memberikan kesimpulan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima.

Kata kunci : *Dental stone* tipe III, waktu pengerasan akhir, *Vicat Apparatus*.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBARAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Hipotesis Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Dental Stone	3
2.2 Waktu Pengerasan Akhir	5
2.3 Reaksi Pengerasan	5
2.4 Pengendalian Waktu Pengerasan	7
2.5 Uji Waktu Pengerasan	10
2.6 Kesadahan Air	13

BAB 3.	KERANGKA KONSEP.....	16
3.1	Kerangka Konsep	16
BAB 4.	METODE PENELITIAN	17
4.1	Jenis Penelitian	17
4.2	Rancangan Penelitian	17
4.3	Lokasi Penelitian	17
4.4	Waktu Penelitian	17
4.5	Sampel Dan Jumlah Sampel	17
4.6	Variabel	18
4.7	Definisi Operasional	18
4.8	Alat Dan Bahan	18
4.9	Analisis Data	19
4.10	Alur Penelitian	19
BAB 5.	HASIL PENELITIAN	21
BAB 6.	PEMBAHASAN	26
BAB 7.	PENUTUP	31
7.1	Kesimpulan	31
7.2	Saran	31
	DAFTAR PUSTAKA	xii
	LAMPIRAN	xv

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi Tingkat Kesadahan	15
Tabel 5.1. Waktu Pengerasan Akhir <i>Dental Stone</i> Tipe III dengan menggunakan Air Mineral	22
Tabel 5.2. Waktu Pengerasan Akhir <i>Dental Stone</i> Tipe III dengan menggunakan Air Sumur	23
Tabel 5.3. Waktu Pengerasan Akhir <i>Dental Stone</i> Tipe III dengan menggunakan Air PDAM	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gambaran bentuk kristal <i>dental plaster</i> dan <i>dental stone</i>	4
Gambar 2.2. Gambar <i>vicat apparatus</i>	10
Gambar 2.3. Gambar bagian – bagian <i>vicat apparatus</i>	10

DAFTAR LAMPIRAN

1. Hasil SPSS.
2. Surat Penugasan Pembimbing Skripsi.
3. Lampiran Gambar Penelitian.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pembuatan model dan dai merupakan tahap penting dalam sejumlah prosedur kedokteran gigi. Berbagai restorasi dan protesa dibuat di luar rongga mulut pasien dengan menggunakan model dan dai sehingga dibutuhkan keakuratannya dalam mereplika struktur jaringan keras dan lunak pasien. Terdapat berbagai macam bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan model dan dai, namun yang paling populer adalah gipsium.¹

Gipsium ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) merupakan suatu mineral yang berasal dari hasil samping beberapa operasi proses kimia. Berdasarkan kekuatan yang diperoleh dari perbandingan air bubuk, gipsium dikelompokkan dalam lima tipe.² Salah satu tipe yang paling sering digunakan dalam praktik kedokteran gigi adalah tipe III (*dental stone, die, model*). Penggunaannya dengan cara dimanipulasi menggunakan pelarut yaitu air. Air bersama dengan gipsium diaduk menjadi adonan yang akan mengeras.³

Air merupakan unsur penting dalam kehidupan. Hampir seluruh kehidupan di dunia ini tidak terlepas dari adanya unsur air ini. Sumber utama air yang mendukung kehidupan di bumi ini adalah laut, dan semua air akhirnya akan kembali ke laut yang bertindak sebagai penampung. Air dapat mengalami daur hidrologi. Selama menjalani daur itu air selalu menyerap zat-zat yang menyebabkan air itu tidak lagi murni.⁴

akhir *dental stone* khususnya tipe III belum pernah dilaporkan, sehingga penelitian ini perlu dilakukan.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Apakah ada pengaruh penggunaan beberapa jenis air berdasarkan kesadahanannya terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III ?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Untuk mengetahui pengaruh penggunaan beberapa jenis air berdasarkan kesadahanannya terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III.

1.4 HIPOTESIS PENELITIAN

H₀ : Tidak ada pengaruh penggunaan beberapa jenis air berdasarkan kesadahanannya terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III.

H_a : Ada pengaruh penggunaan beberapa jenis air berdasarkan kesadahanannya terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian ini adalah menambah ilmu pengetahuan di bidang kedokteran gigi khususnya di bagian ilmu bahan dan teknologi gigi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 DENTAL STONE

Gypsum adalah bubuk mineral putih dengan nama kimia kalsium sulfat dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)¹ Produk gipsum digunakan dalam kedokteran gigi untuk membuat model studi dari rongga mulut serta struktur maksilo-fasial dan sebagai piranti penting untuk pekerjaan laboratorium kedokteran gigi yang melibatkan pembuatan protesa gigi.²

Produk gipsum yang banyak digunakan dalam ilmu kedokteran gigi adalah kalsium sulfat hemihidrat (CaSO_4) $2\text{H}_2\text{O}$.¹ Kalsium sulfat hemihidrat diperoleh dari hasil pengapuran kalsium sulfat dihidrat dengan cara dipanaskan dalam autoklaf.¹

Kalsium sulfat hemihidrat dibentuk dengan mengeluarkan air pada proses kristalisasi dari gipsum $\text{Gipsum} \rightarrow \text{Produk Gipsum} + \text{Air}$
 $2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) + 3\text{H}_2\text{O}$ Kalsium sulfat dihidrat \rightarrow
 Kalsium sulfat hemihidrat.¹ Penggunaan gipsum di kedokteran gigi berkebalikan dengan reaksi diatas. Hemihidrat dicampur dengan air dan akan membentuk dihidrat:



Berdasarkan metode kalsinasi bentuk kalsium sulfat hemihidrat dibagi atas dua yaitu α -hemihidrat dan β -hemihidrat. Perbedaan kedua bentuk tersebut adalah perbedaan ukuran kristal, daerah permukaan dan derajat kesempurnaan kisi-kisi.²



Gambar 2.1 : (a). Gambaran bentuk kristal *dental plaster*. (b). Gambaran bentuk kristal *dental stone*. Sumber : Anusavice KJ. Phillips Science Of Dental Material. 11th Ed, 2003; hal. 256 – 257.

Kalsium sulfat α -hemihidrat sering disebut sebagai *dental stone*. Bubuk *dental stone* lebih kuat dan lebih keras dibanding *dental plaster* (β -hemihidrat) karena hanya membutuhkan sedikit air untuk proses pengerasan.⁵ *Dental stone* juga kurang porous dan lebih halus dibanding *dental plaster* sehingga menjadikannya sesuai untuk bahan pengisi dalam pembuatan model.⁵ Pada *dental stone* terdapat bahan pewarna namun bahan pewarna ini tidak mengganggu sifat dan karakteristik *dental stone*.⁵ *Dental stone* terdiri atas tiga tipe yaitu Tipe III, Tipe IV (Kekuatan Tinggi), Tipe V (Kekuatan Tinggi, Ekspansi Tinggi).²

Dental stone tipe III yang juga biasa disebut sebagai *stone* kelas I atau *Hydrocal* memiliki nilai minimum kekuatan tekan 20,7 Mpa (3000 psi) (tabel 1.1), tapi tidak melebihi 34,5 Mpa (5000 psi). Bahan ini digunakan untuk membuat model dalam proses pembuatan gigi tiruan sebagian atau penuh

yang cocok dengan jaringan lunak karena *stone* memiliki kekerasan permukaan yang melebihi *dental plaster* juga kekuatan yang cukup memadai untuk pembuatan gigi tiruan dan gigi tiruan akan lebih mudah dilepaskan setelah diproses.²

2.2. WAKTU Pengerasan Akhir

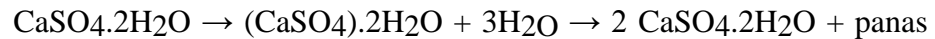
Ada dua macam waktu pengerasan pada gipsum :

1. Waktu Awal Pengerasan (*Working or Initial Setting Time*) Waktu kerja (*working time*) atau waktu awal pengerasan (*initial setting time*) adalah waktu dari mulainya manipulasi sampai campuran mencapai tahap semi keras.
2. Waktu Pengerasan Akhir (*Final Setting Time*) Waktu pengerasan akhir adalah jangka waktu dari waktu pencampuran (manipulas) sampai massa menjadi keras dan bisa di pisahkan dari bahan pencetakan. Waktu pengerasan akhir ditandai dengan adanya penyelesaian reaksi hidrasi dan melepaskan panas.⁶

2.3. REAKSI Pengerasan

Pada umumnya, istilah produk gipsum diartikan sebagai bentuk variasi dari kalsium sulfat, hidro dan anhidro, dibuat dari proses kalsifikasi kalsium sulfat dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) menjadi mineral gipsum.⁷

Reaksi pengerasan pada produk gips di bidang kedokteran gigi dapat dituliskan sebagai berikut :



Gypsum → Produk gipsum + air → Gipsum mengeras + panas

Dihidrat → Hemihidrat + air → Dihidrat

Berbagai hidrat memiliki kelarutan relatif rendah dengan perbedaan nyata dalam kelarutan hemihidrat dan dihidrat.

Hemihidrat 4 kali lebih larut dalam air dibandingkan dihidrat, sehingga reaksi pengerasan dapat di tuliskan sebagai berikut :

1. Ketika hemihidrat diaduk dengan air, terbentuk suatu suspensi cair dan dapat dimanipulasi.
2. Hemihidrat melarut sampai terbentuk larutan jenuh.
3. Larutan jenuh hemihidrat ini sangat jenuh dengan dihidrat sehingga dihidrat mengendap.
4. Begitu dihidrat mengendap, larutan tidak lagi jenuh dengan hemihidrat, jadi terus melarut. Kemudian proses berlanjut yaitu pelarutan hemihidrat dan pengendapan dihidrat terjadi baik dalam bentuk kristal baru. Reaksi terus berlanjut sampai tidak ada lagi dihidrat mengendap dari larutan.²

Ketika bubuk hemihidrat dicampur dengan air pada perbandingan yang tepat akan membentuk campuran yang kental. Hemihidrat dapat larut dengan sedikit air (6,5g/L pada suhu 20⁰C). Pencampuran merupakan 2 tahap suspensi dari partikel hemihidrat di dalam larutan jenuh. Hidrat yang stabil pada suhu dibawah 40⁰C adalah dihidrat (gipsum) dimana kurang larut (2,4 g/L pada suhu 20⁰C) dibanding hemihidrat. Fase larutan ini karena terjadi

kejenuhan terhadap dihidrat, yang mengkristal tepat pada *nucleation centers* dalam suspensi ini.⁷

Pusat nukleasi ini dapat tercemar (misalnya oleh partikel gipsum residual), partikel gipsum ditambahkan zat untuk mempercepat pengerasan, atau daerah tegangan pada partikel hemihidrat terlarut. Akibat terjadinya pengurangan ion kalsium dan sulfat pada fase cairan memungkinkan lebih banyak hemihidrat yang masuk dalam larutan dan kemudian menggumpal sebagai gipsum. Proses pengerasan terjadi karena pengkristalan kembali nukleasi secara heterogen yang ditandai dengan berlanjutnya larutan hemihidrat, difusi ion kalsium dan sulfat ke pusat nukleasi, dan menggumpalnya kristal gipsum yang mikroskopik. Reaksi pengerasan ini adalah kebalikan dari tahap pertama dari dehidrasi dan juga eksotermik.⁷

2.4. PENGENDALIAN WAKTU Pengerasan

Secara teoritis, ada 3 metode untuk mengendalikan waktu pengerasan:

1. Kelarutan hemihidrat dapat ditingkatkan atau dikurangi. Misalnya bila kelarutan hemihidrat ditingkatkan.
2. Jumlah nukleus kristalisasi dapat ditingkatkan atau dikurangi. Semakin besar jumlah nukleus kristalisasi, semakin cepat terbentuk kristal gipsum dan semakin cepat pula pengerasan massa yang terjadi karena terbentuk jalinan ikatan kristalin
3. Bila kecepatan pertumbuhan kristal dapat ditingkatkan atau dikurangi, begitupula waktu pengerasan dapat di percepat atau diperlambat.⁸

Dalam praktiknya, metode tersebut telah disatukan dalam produk dagang yang tersedia. Namun operator dapat mengubah waktu pengerasan dalam batasan tertentu dengan mengubah rasio air dan bubuk dan waktu pengadukan.

Hal-hal yang mempengaruhi waktu pengerasan dari gips adalah :

1. Lama waktu pengadukan

Pada proses pencampuran, atau yang biasa disebut spatulasi, memiliki efek yang pasti pada waktu pengerasan (*setting time*) dan ekspansi pengerasan dari bahan. Dalam batasan praktik, peningkatan dalam jumlah spatulasi atau pengadukan (baik kecepatan pengadukan atau waktu ataupun keduanya) akan memperpendek waktu pengerasan.³ Sebagian kristal gipsum terbentuk langsung ketika *dental plaster* atau *dental stone* berkontak langsung dengan air. Begitu pengadukan dimulai, pembentukan kristal ini meningkat, pada saat yang sama, kristal-kristal diputuskan oleh spatula pengaduk dan didistribusikan merata dalam adukan dengan hasil pembentukan lebih banyak nukleus kristalisasi.² Waktu pengadukan juga mempengaruhi kekuatan gipsum. Bila adukan terlalu lama diaduk, kristal-kristal gipsum yang terbentuk menjadi pecah, dan lebih sedikit jalinan kristal yang terbentuk pada hasil akhir.³

2. Rasio air dan bubuk

Secara umum kekuatan berbanding terbalik dengan rasio air dan bubuk dan juga jumlah dari sifat porositas. Oleh karena itu, ketika kekuatan maksimal dibutuhkan, bahan tersebut harus dicampur dengan rasio air dan

bubuk yang sesuai. Faktor yang terbatas adalah viskositas atau kekentalan dari pencampuran, karena ini akan meningkat seiring dengan menurunnya rasio air dan bubuk dan dapat menjadi sangat tinggi saat kemampuan untuk penuangan.⁷

3. Temperatur

Meskipun efek temperatur pada waktu pengerasan cenderung menyesatkan dan mungkin bervariasi dari tipe *plaster/stone* satu dan lainnya, sedikit perubahan terjadi antara 0°C (32°F) dan 50°C (120°F), tetapi bila temperatur adukan plaster-air meningkat kurang lebih 50°C (120°F), peningkatan perlambatan terjadi bertahap. Begitu temperatur mencapai 100°C (212°F), tidak ada reaksi yang terjadi.²

4. Kehalusan

Semakin halus ukuran partikel hemihidrat, semakin cepat adukan mengeras khususnya bila produk tersebut telah digiling selama proses pembuatan. Tidak hanya kecepatan kelarutan hemihidrat meningkat, tetapi juga nucleus gipsum lebih banyak, karena itu proses kristalisasi terjadi lebih cepat.²

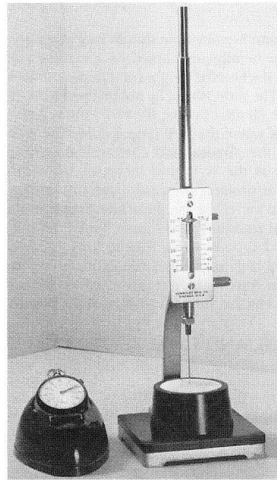
5. Penambahan akselerator dan *retarder*

Metode yang paling efektif dan praktis untuk mengendalikan waktu pengerasan adalah penambahan bahan kimia tertentu pada adukan dental plaster atau dental stone. Bahan kimia untuk menurunkan waktu pengerasan disebut akselerator dan untuk meningkatkan waktu pengerasan disebut bahan *retarder*.²

2.5. UJI WAKTU PENGERASAN

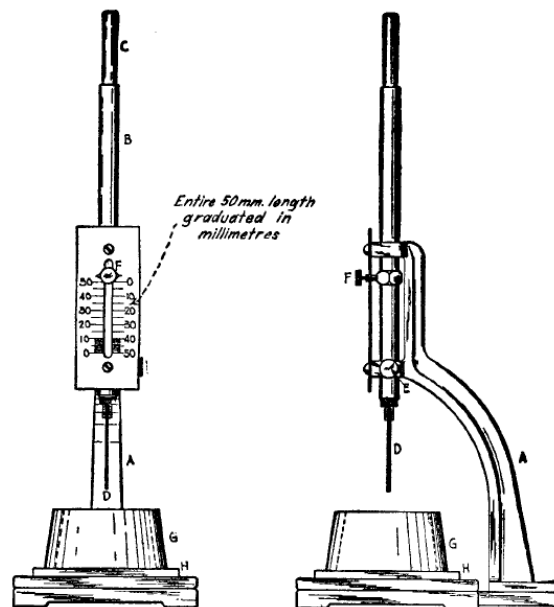
Menurut *Internasional Organization for Standarization-9694:1996*.

Tes waktu *setting* di lakukan dengan menggunakan jarum vicat.⁹



Gambar 2.2 : Gambar vicat apparatus. Sumber : Anusavice KJ. Phillips Science Of Dental Material. 11th Ed, 2003; hal 26.

a. Bagian – bagian vicat apparatus



Gambar 2.3. Gambar bagian – bagian vicat apparatus. Sumber : American Association State. Standard Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle, 2001; hal 2.

Alat vicat harus terdiri dari rangka A (Gambar 2.3) yang mempunyai batang B yang dapat digerakkan, beratnya 300 gram, salah satu ujung torak C berdiameter 10 mm, berjarak sekurang-kurangnya 50 mm, dan ujung lainnya jarum D yang dapat dibongkar pasang berdiameter 1 mm dan panjang 50 mm. Batang B dapat dipergunakan secara bolak balik dan dapat dipasang dalam beberapa posisi dengan pengatur sekrup E dan mempunyai indikator F yang dapat diatur, dapat bergerak pada skala (ditunjukkan dalam mm) yang skalanya dilekatkan pada rangka A. Pasta semen yang akan diuji dimasukkan ke dalam cincin G, yang kaku berbentuk kerucut, diletakkan di atas pelat datar H yang tidak menyerap air, lebar masing-masing sisinya ± 100 mm. Batang B terbuat dari baja tahan karat mempunyai kekerasan tidak kurang dari 35 HRC dan harus lurus dengan ujung torak yang tegak lurus terhadap sumbu batang B. Cincin terbuat dari bahan tidak korosi, tidak menyerap air mempunyai diameter dalam bagian bawah 70 mm dan bagian atas 60 mm dengan tinggi 40 mm.³

Disamping ketentuan tersebut diatas, alat vicat harus sesuai dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Berat batang yang dapat bergerak (B) $(300 \pm 0,5)$ gram.
2. Diameter ujung batang torak (C) $(10 \pm 0,05)$ mm.
3. Diameter jarum $(1 \pm 0,005)$ mm.
4. Diameter dalam cincin bagian bawah (70 ± 3) mm.
5. Diameter dalam cincin bagian atas (60 ± 3) mm.
6. Tinggi cincin (40 ± 1) mm.

7. Pembagian skala

Pembagian skala, bila dibandingkan dengan skala standar yang ketelitiannya 0,1 mm pada setiap titik, tidak boleh menunjukkan penyimpangan lebih besar dari 0,25 mm.³

b. Prosedur

1. Penyiapan campuran *dental stone*

Air yang sudah diukur ditempatkan dalam *rubber bowl*, dan bubuk sebanyak 100 gr ditaburkan ke dalam *rubber bowl*. Adukan kemudian dengan cepat diputar, dengan secara periodik menyapu spatula ke dalam *rubber bowl*. Pengadukan harus terus berlangsung sampai diperoleh adukan yang halus, selama 1 menit. Bila menggunakan vibrator, bubuk diaduk selama kurang lebih 15 detik dengan spatula, diikuti pengadukan mekanik hampa udara selama 20-30 detik dengan mixer.⁹

2. Pencetakan benda uji

Segera masukkan hasil campuran gipsum ke dalam cincin berbentuk kerucut. Letakkan cincin dengan lubang yang besar ini pada pelat kaca, buang kelebihan pasta pada lubang cincin yang kecil dengan cara sekali gerakan menggunakan spatula kemudian haluskan permukaannya.⁹

3. Penetapan konsistensi

Tepatkan tengah-tengah campuran *dental stone* dalam cincin di bawah batang peluncur B. Tempelkan ujung batang peluncur C pada

permukaan campuran *dental stone*. Kencangkan sekrup E, dan atur indikator F pada ujung atas skala, tepatkan pada skala nol. Bebaskan batang dengan melonggarkan sekrup E secara cepat, kemudian baca skala untuk menentukan penetrasi (jika pasta kelihatan encer, pada pembacaan awal turunnya batang B dapat. Pada *dental stone* dikatakan telah mengalami *setting* ketika penetrasi jarum hanya sedalam 2 mm.⁹

2.6 KESADAHAN AIR

Kesadahan air adalah kandungan mineral-mineral tertentu di dalam air, umumnya ion kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dalam bentuk garam karbonat. Air sadah atau air keras adalah air yang memiliki kadar mineral yang tinggi, sedangkan air lunak adalah air dengan kadar mineral yang rendah. Selain ion kalsium dan magnesium, penyebab kesadahan juga bisa merupakan ion logam lain maupun garam-garam bikarbonat dan sulfat. Metode paling sederhana untuk menentukan kesadahan air adalah dengan sabun. Dalam air lunak, sabun akan menghasilkan busa yang banyak. Pada air sadah, sabun tidak akan menghasilkan busa atau menghasilkan sedikit sekali busa.¹⁰ Kesadahan adalah sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi dua. Ion-ion semacam itu mampu bereaksi dengan sabun membentuk kerak air. Kation-kation penyebab utama dari kesadahan Ca^{++} , Mg^{++} , Sr^{++} , Fe^{++} dan Mn^{++} . Sedangkan anion-anion yang biasa terdapat dalam air adalah HCO_3^- , SO_4 , Cl^- , NO_3^- namun penyebab utama dari

kesadahan adalah kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Kalsium dalam air mempunyai kemungkinan bersenyawa dengan bikarbonat, sulfat, khlorida dan nitrat, sementara itu magnesium dalam air kemungkinan bersenyawa dengan bikarbonat, sulfat dan khlorida.¹¹

Kesadahan dibagi atas dua jenis kesadahan, yaitu kesadahan sementara dan kesadahan tetap. Air yang mengandung kesadahan kalsium karbonat dan magnesium karbonat disebut kesadahan karbonat atau kesadahan sementara, karena kesadahan tersebut dapat dihilangkan dengan cara pemanasan atau dengan cara pembubuhan kapur. Sementara itu Air yang mengandung kesadahan kalsium sulfat, kalsium khlorida, magnesium sulfat dan magnesium khlorida, disebut kesadahan tetap karena tidak dapat dihilangkan dengan cara pemanasan, tetapi dapat dengan cara lain dan salah satunya adalah proses penukar ion.¹¹ Tingkat kesadahan di berbagai tempat perairan berbeda-beda, pada umumnya air tanah mempunyai tingkat kesadahan yang tinggi, hal ini terjadi, karena air tanah mengalami kontak dengan batuan kapur yang ada pada lapisan tanah yang dilalui air. Air permukaan tingkat kesadahan-nya rendah (air lunak), kesadahan non karbonat dalam air permukaan bersumber dari kalsium sulfat yang terdapat dalam tanah liat dan endapan lainnya. Tingkat kesadahan air biasanya digolongkan seperti ditunjukkan pada tabel berikut ini.¹¹

Tabel 2.1. Klasifikasi Tingkat Kesadahan

Mg I / CaCO₃	Tingkat Kesadahan
0-75	Lunak (soft)
75-150	Sedang (moderately hard)
150-300	Tinggi (hard)
>300	Tinggi sekali (very hard)

Sumber: Marsidi, Ruliasih. Zeolit untuk mengurangi kesadahan air. BPPT. 2001

Kesadahan air dinyatakan dengan mg/liter CaCO₃. Metoda yang dapat digunakan dalam menentukan kesadahan air adalah dengan metoda perhitungan dan metoda titrasi EDTA. Metoda perhitungan didasarkan atas perhitungan dari ion-ion yang bervalensi 2 yang didapat dari hasil analisis.¹¹

Perhitungan kesadahan dilakukan dengan menggunakan rumus umum berikut ini.¹¹

$$\text{Kesadahan (mg/l CaCO}_3\text{)} = M^2(\text{ mg/l}) \times \frac{50}{\text{Berat ekuivalen } M^{2+}}$$

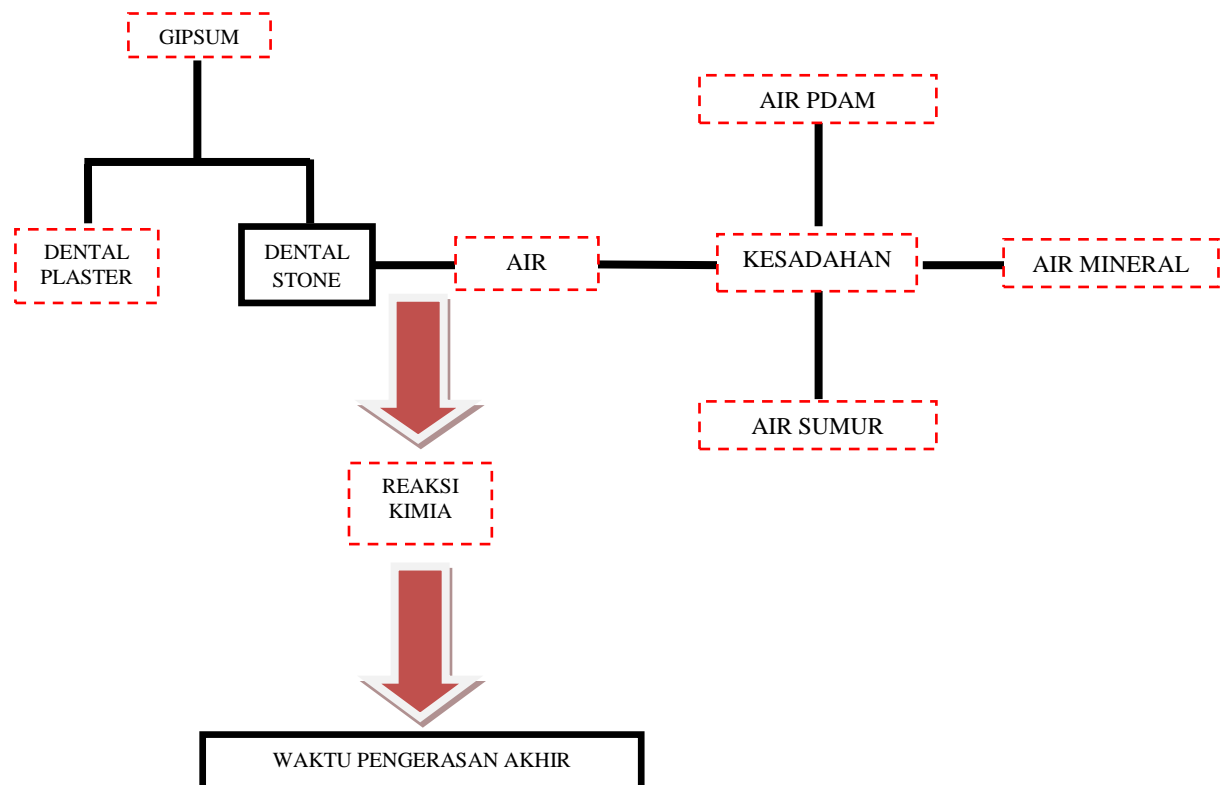
Sumber: Marsidi, Ruliasih. Zeolit untuk mengurangi kesadahan air. BPPT. 2001

Metoda titrasi EDTA banyak digunakan di laboratorium untuk penentuan kesadahan. Metoda ini berhubungan dengan penggunaan larutan EDTA (Ethylen Diamine Tetra Acetic) atau garam sodium sebagai agen titrasi. Indikator yang digunakan adalah Eriochroma Blak T.¹¹

BAB 3

KERANGKA KONSEP

3.1. KERANGKA KONSEP



--- = TIDAK DITELITI

— = DITELITI

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian

Jenis Penelitian Yang Digunakan Dalam Penelitian Ini Adalah Eksperimen Laboratorium.

4.2. Rancangan Penelitian

Rancangan Penelitian Dalam Penelitian Ini Adalah Quasi Eksperimen.

4.3. Lokasi Penelitian

Penelitian Ini Dilakukan Di Laboratorium Bahan Dan Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Politeknik Negeri Ujung Pandang.

4.4. Waktu Penelitian

Waktu Penelitian Ini Dilakukan Pada Bulan Februari – April 2016

4.5. Sampel Dan Jumlah Sampel

Sampel : Campuran Beberapa Jenis Air (Air Mineral, Air Pdam, Air Sumur) Dengan *Dental Stone* Dalam Rasio Tetap.

Jumlah Sampel : Jumlah Varians Sebanyak 3 Dengan Masing – Masing Jumlah Replika Sebanyak 5 Buah.

4.6. Variabel

Variabel Sebab : Kesadahan Beberapa Jenis Air.

Variabel Akibat : Waktu Pengerasan *Dental Stone*

Variabel Penghubung : Reaksi Kimia

Variabel Kendali : Perbandingan Air Bubuk, Suhu Air Dan Lama Pengadukan.

4.7. Definisi Operasional

4.6.1. Waktu Pengerasan Akhir *Dental Stone* Waktu Pengerasan Akhir *Dental Stone* Adalah Waktu Yang Menunjukkan Suatu Keadaan Dari Campuran *Dental Stone* Dengan Air Ketika Jarum Vicat Berpenetrasi Ke Dalam Manipulasi *Dental Stone* Dengan Air Tidak Melebihi 2 Mm.

4.6.2. Reaksi Kimia Reaksi Kimia Adalah Perubahan Zat Yang Menyebabkan Terbentuknya Zat Baru.

4.8. Alat Dan Bahan

4.7.1. Alat :

1. *Stopwatch*
2. *Rubber Bowl*, Spatula Dan Pipet
4. Jarum Vicat
5. Gelas Ukur
6. Timbangan

4.7.2. Bahan :

1. Air (Pdam, Mineral, Sumur)
2. Bubuk Gips (*Dental Stone* Tipe III)

4.9. Analisis Data

1. Jenis Data : Data Primer
2. Analisis Data : Two Way Anova

4.10. Alur Penelitian

Tahap-Tahap Alur Penelitian Ini Yaitu :

1. Menyiapkan Alat Dan Bahan.
2. Memanipulasi *Dental Stone* Tipe III 200 Gram Dengan 40 Ml Air
Yaitu Air Pdam, Air Sumur, Air Mineral Selama 60 Detik
Menggunakan *Rubber Bowl* Dan Spatula Selama 60 Detik.
3. Setiap Varians Dibuatkan 5 Buah Replika Misalnya Replika
Menggunakan Air Pdam Dibuat Sebanyak 5 Buah.
4. Mencetak Benda Uji. Hasil Manipulasi *Dental Stone* Segera
Dimasukkan Ke Dalam Cincin Berbentuk Kerucut. Kemudian, Cincin
Tersebut Diletakkan Di Atas Pelat Kaca, Buang Kelebihan Pasta Pada
Lubang Cincin Yang Kecil Dengan Cara Sekali Gerakan
Menggunakan Spatula Kemudian Haluskan Permukaannya.
5. Meletakkan Cincin Yang Berisi Hasil Manipulasi *Dental Stone* Di
Bawah Batang Peluncur B. Ujung Batang Peluncur C Diatur Tepat

Berada Pada Permukaan Campuran *Dental Stone*. Sekrup E Dikencangkan, Dan Indikator F Diatur Pada Ujung Atas Skala, Tepat Pada Skala Nol.

6. Melonggarkan Sekrup E Sehingga Batang Jatuh Secara Cepat. Bila Penetrasi Telah Mencapai 2 Mm, Maka Hasil Manipulasi Telah Mengalami Pengerasan.
7. Mencatat Waktu Pengerasan Akhir.
8. Langkah Tersebut (No.4,5, Dan 6) Dilakukan Untuk Varians Yang Lainnya.
9. Pembahasan.
10. Kesimpulan.

BAB 5

HASIL PENELITIAN

Penulis telah melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan beberapa jenis air berdasarkan kesadahanannya terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Politeknik Negeri Ujung Pandang pada tanggal 23-24 maret 2016. Pengambilan data dilakukan dengan mengadakan eksperimen laboratoris untuk melihat adanya hubungan antara penggunaan beberapa jenis air dengan lamanya waktu pengerasan akhir *dental stone* Tipe III dengan menggunakan jarum vicat. Jumlah sampel ini sebanyak 15 buah, yang terdiri dari 3 varians yaitu penggunaan Air PDAM, Air Sumur, Air Mineral, masing – masing varians terdapat 5 replika, dengan jumlah bubuk dan air tetap sebanyak 75 ml/250 gram. Data disajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 5.1. Waktu Pengerasan Akhir *Dental Stone* Tipe IV Dengan Menggunakan Air Mineral (A) Dan Kesadahannya 141,9 Mg/L

Sampel	Waktu pengerasan akhir (menit)
A1	13,27
A2	13,30
A3	13,25
A4	13,32
A5	13,23
Nilai Rata – rata	13,27

Sumber: Tripalu Sasmita MD SZ. Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Air Berdasarkan

Kesadahannya Terhadap Waktu Pengerasan Akhir *Dental Stone* Tipe III, Laporan Hasil Penelitian, 2016.

Tabel 5.2. Waktu Pengerasan Akhir *Dental Stone* Tipe III Dengan Menggunakan Air Sumur (B) Dan Kesadahannya 231 Mg/L

Sampel	Waktu Pengerasan Akhir (Menit)
B1	12,45
B2	12,30
B3	12,40
B4	12,42
B5	12,35
Nilai Rata – Rata	12,38

Sumber: Tripalu Sasmita MD SZ. Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Air Berdasarkan Kesadahannya Terhadap Waktu Pengerasan Akhir *Dental Stone* Tipe III, Laporan Hasil Penelitian, 2016.

Tabel 5.3. Waktu Pengerasan Akhir *Dental Stone* Tipe III Dengan Menggunakan Air PDAM (C) Dan Kesadiahannya 68,2 Mg/L

Sampel	Waktu Pengerasan Akhir (Menit)
C1	13,10
C2	13,05
C3	13,07
C4	13,12
C5	13,08
Nilai Rata – Rata	13,07

Sumber: Tripalu Sasmita MD SZ. Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Air Berdasarkan Kesadiahannya Terhadap Waktu Pengerasan Akhir *Dental Stone* Tipe III, Laporan Hasil Penelitian, 2016.

Tabel 5.1. – Tabel 5.3. Menunjukkan Waktu Pengerasan Akhir Setiap Jenis Air Masing – Masing Replika. Dari Tabel Terlihat Bahwa Waktu Pengerasan Akhir *Dental Stone* Tiap Jenis Air Berbeda. Penggunaan Jenis Air Yang Memiliki Waktu Pengerasan Akhir Rata – Rata Terendah ialah Air Sumur Dengan Waktu 12,38 Menit. Sedangkan Penggunaan Jenis Air Yang Memiliki Waktu Pengerasan Akhir Rata – Rata Tertinggi Yaitu Air Mineral Dengan Waktu 13,27 Menit. Nilai Kesadahan Setiap Jenis Sampel Air Yang Diuji Air PDAM Dengan Nilai 68,2 Mg/L Masuk Dalam Kelompok Kesadahan Lunak (Soft). Air Mineral Dengan Nilai 141,9 Mg/L Masuk Dalam Kelompok Kesadahan Sedang (*Moderately Hard*). Air Sumur Dengan Nilai 231 Mg/L Masuk Dalam Kelompok Kesadahan Tinggi (*Hard*).

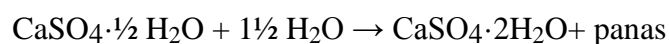
Hasil analisis data penelitian menggunakan uji *two way anova* yang bertujuan untuk mengetahui interaksi antara suatu variabel terhadap variabel lain. Hasil pengujian menggunakan uji *two way anova* menunjukkan bahwa ada pengaruh jenis air terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III dengan nilai signifikan 0,964, ada pengaruh kesadahan air terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III dengan nilai signifikan 16,767. Karena nilai $P < 0,05$ dapat disimpulkan terdapat hubungan yang signifikan, H_0 ditolak dan H_a diterima.

BAB 6

PEMBAHASAN

Bubuk *dental stone* dimanipulasi dengan air akan menghasilkan suatu campuran homogen yang semakin lama semakin mengeras.³ Campuran *dental stone* memerlukan waktu tertentu untuk mengeras dengan sempurna.³ Bubuk dicampur dengan air, dan waktu antara mulai pengadukan sampai bahan mengeras dikenal sebagai waktu pengerasan.²

Reaksi antara bubuk *dental stone* dengan air menghasilkan panas, hal ini menunjukkan reaksi tersebut merupakan reaksi eksoterm, artinya *dental stone* melepaskan panas (bertindak sebagai sistem) ke lingkungan.³ Adapun reaksi yang terbentuk adalah sebagai berikut:



Kalsium sulfat hemihidrat larut dalam pencampuran dan berubah menjadi dihidrat. Kalsium sulfat dihidrat mempercepat pengendapan sebagai solusi selama menghubungkan kristal satu sama lain, yang membentuk massa yang keras.⁶

Waktu pengerasan *dental stone* dipengaruhi oleh perbandingan antara air dan bubuk *dental stone*. Penggunaan air yang berlebihan dapat menyebabkan jumlah nukleus menjadi lebih sedikit sehingga waktu pengerasan menjadi lebih lama.²

Waktu pengerasan *dental stone* dipengaruhi oleh ketidakmurnian. Bila proses kristalisasi tidak sempurna sehingga tetap terdapat partikel gipsum, atau

bila pabrik menambahkan gipsum, waktu pengerasan akan diperpendek karena peningkatan dalam potensi nukleus kristalisasi. akan ditingkatkan; proses tersebut dapat berkurang bila terdapat heksagonal anhidrat.²

Waktu pengerasan *dental stone* dipengaruhi oleh kehalusan. Semakin halus ukuran partikel hemihidrat, semakin cepat adukan mengeras; khususnya bila produk tersebut telah digiling selama proses pembuatan. Tidak hanya kecepatan kelarutan hemihidrat menjadi meningkat, tetapi juga nukleus gipsum lebih banyak, karena itu kecepatan kristalisasi terjadi lebih cepat.²

Waktu pengerasan *dental stone* dipengaruhi oleh cara manipulasi. Semakin lama dan semakin cepat *dental stone* dimanipulasi, semakin pendek waktu pengerasan. Sebagian kristal gipsum terbentuk langsung ketika *dental stone* berkontak dengan air. Saat manipulasi dimulai, pembentukan kristal meningkat, pada saat yang sama, kristal-kristal diputuskan oleh spatula pengaduk dan didistribusikan merata dalam adukan dengan hasil pembentukan lebih banyak nukleus kristalisasi. Jadi waktu pengadukan berkurang.²

Waktu pengerasan *dental stone* dipengaruhi oleh suhu. Efek suhu terhadap waktu pengerasan tidak menentu dan berubah – ubah dari satu *dental stone* dengan yang lain, perubahan kecil yang terjadi antara 0° C (32° F) dan 50° C (120° F). Jika suhu air pada pencampuran dengan *dental stone* melebihi 50° C, secara berangsur – angsur akan melambat. Jika suhu mendekati 100° C (212° F), tidak ada reaksi yang terjadi. Pada kisaran suhu tertinggi (50° C - 100° C), reaksi yang terjadi adalah kebalikannya, dengan kecenderungan kristal gipsum yang terbentuk berubah kembali menjadi hemihidrat.²

Waktu pengerasan *dental stone* dipengaruhi oleh retarder dan akselerator. Hal paling efektif dalam mengontrol waktu pengerasan *dental stone* adalah dengan memberikan bahan kimia pada pencampuran *dental stone*. Jika bahan kimia yang ditambahkan menurunkan waktu pengerasan, itu disebut akselerator, jika meningkatkan waktu pengerasan maka itu disebut retarder.

Manipulasi dental stone dapat menggunakan berbagai macam jenis air. Pada penelitian ini digunakan lima macam sumber air yaitu air PDAM, air sumur, dan air mineral. Dari hasil penentuan kesadahan diperoleh bahwa air sumur memiliki kesadahan yang paling tinggi sebesar 231 mg/l dibanding dua sumber air lainnya, sedangkan kesadahan yang paling rendah diperoleh air PDAM sebesar 68,2 mg/l.

Penelitian ini dilakukan dengan melihat seberapa besar pengaruh penggunaan beberapa jenis air berdasarkan kesadahannya terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III. Pada hasil pengamatan waktu pengerasan akhir di setiap jenis sampel air terdapat perbedaan yang cukup signifikan. Terlihat dari

- penggunaan air mineral memiliki rata – rata waktu pengerasan akhir 13,27 menit.
- penggunaan air sumur memiliki rata – rata waktu pengerasan akhir 12,38 menit.
- penggunaan air PDAM memiliki rata – rata waktu pengerasan akhir 13,07 menit.

Hasil analisis data penelitian menggunakan uji *two way anova* yang bertujuan untuk mengetahui interaksi antara suatu variabel terhadap variabel lain. Hasil pengujian menggunakan uji *two way anova* menunjukkan bahwa ada pengaruh jenis air terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III dengan nilai signifikan 0,964 ada pengaruh kesadahan air terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III dengan nilai signifikan 16,767. Karena nilai $P < 0,05$ dapat disimpulkan terdapat hubungan yang signifikan, H_0 ditolak dan H_a diterima.

Kesadahan berpengaruh pada waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III karena adanya garam yang bertindak sebagai katalis. Gypsum yang dimanipulasi dengan air PDAM, garam-garamnya akan bertindak sebagai katalis membentuk kristal kalsium sulfat dihidrat. Pembentukan kristal tersebut berlangsung dengan cepat dan tebal dibandingkan dengan kalsium dihidrat yang normal. Dalam keadaan normal setelah pembentukan kristal sperulitik, kristal-kristal tersebut akan terus tumbuh dan akhirnya membentuk kristal dengan ukuran mesh. Hal ini menyebabkan hasil manipulasi menjadi padatan yang kuat.³

Kecepatan pengerasan dipengaruhi oleh kecepatan kelarutan hemihidrat sehingga masuk akal bila penambahan bahan-bahan yang meningkatkan kecepatan kelarutan, mempercepat reaksi. Bahan katalis yang ditambahkan tersebut disebut aselerator. Namun, haruslah diingat bahwa kecepatan pengendapan dihidrat juga penting. Oleh karena itu, bahan aselerator harus meningkatkan kelarutan dihidrat. Jadi, percepatan yang disebabkan oleh aselerator bergantung pada banyaknya dan kecepatan kelarutan hemihidrat.²

Hal lain yang berpengaruh ialah kandungan ion kalsium dalam air. Ion kalsium sering ditambahkan sebagai retarder.³ Retarder umumnya bekerja dengan membentuk lapisan penyerap hemihidrat untuk mengurangi kelarutan dan menghambat pertumbuhan kristal – kristal gipsum yang ada.²

Kekuatan kompresi dapat berkurang dengan bertambahnya bahan kimia seperti aselerator dan retarder diakibatkan oleh bahan kimia ini menempati ruang interkristalin sehingga menurunkan kohesi interkristalin dan menghasilkan jalinan interkristalin yang buruk.¹²

BAB 7

PENUTUP

7.1. SIMPULAN

Simpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah adanya pengaruh penggunaan beberapa jenis air berdasarkan kesadahan terhadap waktu pengerasan akhir dental stone tipe III. Perbedaan itu ditunjukkan melalui hasil analisis data dengan *two way anova*, pengaruh jenis air terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III dengan nilai signifikan 0,964, pengaruh kesadahan air terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III dengan nilai signifikan 16,767. Karena nilai $P < 0,05$ dapat disimpulkan terdapat hubungan yang signifikan, sehingga memberikan kesimpulan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima yaitu ada pengaruh terhadap waktu pengerasan akhir *dental stone* tipe III.

7.2. SARAN

Setelah dilakukan penelitian ini, diharapkan agar peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian lebih lanjut mengenai konsistensi, tear strength, fleksibilitas dan reaksi kimia yang terjadi pada jenis air lain dan bahan *dental stone tipe III*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anusavice KJ. Phillips science of dental material. 11th Ed. Philadelphia: Elsevier Ltd; 2003. p. 255 – 81.
2. Fitriyani S, Subhaini, Chismirina S. Effect of water hardness to compressive strength on dental gypsum (type III and IV). KPPIKG 2009 15th Scientific Meeting & Refresher Course in Dentistry Faculty of Dentistry University Indonesia; 2009 Oct 14-17; Jakarta, Indonesia. Jakarta : FKG UI. p. 19-26
3. Harun, Zulfadli Mochd. Stabilitas dimensi hasil cetakan dari bahan cetak elastomer jenis silikon setelah direndam kedalam campuran larutan desinfektan iodine 1% dan isopropil alkohol. USU Institutional Repository [internet]. 2011 [cited 2016 February 6]. Available from: <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/22427>
4. Atastina, SB. Penghilangan kesadahan air yang mengandung ion Ca^{2+} dengan menggunakan zeolit alam lampung sebagai penukar kation. Jakarta: Jurnal Teknik Gas dan Petrokimia UI; 2003.
5. Marsidi, Ruliasih. Zeolit untuk mengurangi kesadahan air. BPPT [internet]. 2001 [cited 2016 February 6]. Available from: <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/view/198>
6. McCabe JF, Walls AWG. Applied dental materials 9th ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltd; 2008, p.32–9.

7. Overberger James. Gypsum material. In : Gladwin M, Bagby M, editor. Clinical aspects of dental materials: theory, practice, and cases. 3rd Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2009. p. 121 – 30.
8. O'Brien J, William. Dental materials and their selection 3rd ed. Canada : Quintessence Publishing Co, Inc. 2002. p. 37-57
9. Sabrini Muliani, Ayu. Pengaruh lama waktu pengadukan secara mekanik terhadap setting time dental stone tipe IV. Unhas Repository [internet]. 2013 [cited 2016 February 6]. Available from: <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/5972>
10. Sila, Patri. Pengaruh perbandingan air dan bubuk terhadap lamanya waktu setting dental stone. Unhas Repository [internet]. 2012 [cited 2016 February 6]. Available from: <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/2266>
11. Wikipedia. Kesadahan air [internet]. 2014 [cited 2016 February 6]. Available from: http://id.wikipedia.org/wiki/Kesadahan_air
12. Christine. Pengaruh penambahan larutan garam dapur dan NaCl 2% terhadap *setting time* dan kekuatan kompresi gips tipe III sebagai bahan model kerja gigitiran. . USU Institutional Repository [internet]. 2011 [cited 2016 February 6]. Available from: <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/37911>

HASIL ANALISIS DATA

Warning # 849 in column 23. Text: in_ID

The LOCALE subcommand of the SET command has an invalid parameter. It could not be mapped to a valid backend locale.

GET

FILE='D:\FKG\SPSS MITA.sav'.

DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.

UNIANOVA Waktu BY Sadah Jenis

/METHOD=SSTYPE(3)

/INTERCEPT=INCLUDE

/POSTHOC=Sadah Jenis(LSD)

/PLOT=PROFILE(Sadah*Jenis)

/EMMEANS=TABLES(Sadah)

/EMMEANS=TABLES(Jenis)

/EMMEANS=TABLES(Sadah*Jenis)

/PRINT=HOMOGENEITY DESCRIPTIVE

/CRITERIA=ALPHA(.05)

/DESIGN=Sadah Jenis Sadah*Jenis.

Univariate Analysis of Variance

Notes

Output Created	03-APR-2016 02:16:31	
Comments		
Input	Data	D:\FKG\SPSS MITA.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
Missing Value Handling	N of Rows in Working Data File	15
	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the model.

Notes

Syntax	UNIANOVA Waktu BY Sadah Jenis	
	/METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE /POSTHOC=Sadah Jenis(LSD) /PLOT=PROFILE(Sadah*Jenis) /EMMEANS=TABLES(Sadah) /EMMEANS=TABLES(Jenis) /EMMEANS=TABLES(Sadah*Jenis) /PRINT=HOMOGENEITY DESCRIPTIVE /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Sadah Jenis Sadah*Jenis.	
Resources	Processor Time	00:00:03,66
	Elapsed Time	00:00:03,08

[DataSet1] D:\FKG\SPSS MITA.sav

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Sadah	1	Soft	5
	2	Moderately Hard	5
	3	Hard	5
Jenis	1	Air Sumur	5
	2	Air Mineral	5
	3	Air PDAM	5

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Waktu

Sadah	Jenis	Mean	Std. Deviation	N
Soft	Air PDAM	13,0840	,02702	5
	Total	13,0840	,02702	5
Moderately Hard	Air Mineral	13,2740	,03647	5
	Total	13,2740	,03647	5
Hard	Air Sumur	12,3840	,05941	5
	Total	12,3840	,05941	5
Total	Air Sumur	12,3840	,05941	5
	Air Mineral	13,2740	,03647	5
	Air PDAM	13,0840	,02702	5
	Total	12,9140	,39815	15

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Waktu

F	df1	df2	Sig.
2,239	2	12	,149

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.^a

a. Design: Intercept + Sadah + Jenis + Sadah * Jenis

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Waktu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,197 ^a	2	1,099	589,535	,000
Intercept	2501,571	1	2501,571	1342524,655	,000
Sadah	,000	0	.	.	.
Jenis	,000	0	.	.	.
Sadah * Jenis	,000	0	.	.	.
Error	,022	12	,002		
Total	2503,790	15			
Corrected Total	2,219	14			

a. R Squared = ,990 (Adjusted R Squared = ,988)

Estimated Marginal Means

1. Sadah

Dependent Variable: Waktu

Sadah	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Soft	13,084 ^a	,019	13,042	13,126
Moderately Hard	13,274 ^a	,019	13,232	13,316
Hard	12,384 ^a	,019	12,342	12,426

a. Based on modified population marginal mean.

2. Jenis

Dependent Variable: Waktu

Jenis	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Air Sumur	12,384 ^a	,019	12,342	12,426
Air Mineral	13,274 ^a	,019	13,232	13,316
Air PDAM	13,084 ^a	,019	13,042	13,126

a. Based on modified population marginal mean.

3. Sadah * Jenis

Dependent Variable: Waktu

Sadah	Jenis	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Soft	Air Sumur	. ^a	.	.	.
	Air Mineral	. ^a	.	.	.
	Air PDAM	13,084	,019	13,042	13,126
Moderately Hard	Air Sumur	. ^a	.	.	.
	Air Mineral	13,274	,019	13,232	13,316
	Air PDAM	. ^a	.	.	.
Hard	Air Sumur	12,384	,019	12,342	12,426
	Air Mineral	. ^a	.	.	.
	Air PDAM	. ^a	.	.	.

a. This level combination of factors is not observed, thus the corresponding population marginal mean is not estimable.

Post Hoc Tests

Sadah

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Waktu

LSD

(I) Sadah	(J) Sadah	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Soft	Moderately Hard	-,1900*	,02730	,000	-,2495	-,1305
	Hard	,7000*	,02730	,000	,6405	,7595
Moderately Hard	Soft	,1900*	,02730	,000	,1305	,2495
	Hard	,8900*	,02730	,000	,8305	,9495
Hard	Soft	-,7000*	,02730	,000	-,7595	-,6405
	Moderately Hard	-,8900*	,02730	,000	-,9495	-,8305

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,002.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Homogeneous Subsets

Jenis

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Waktu

LSD

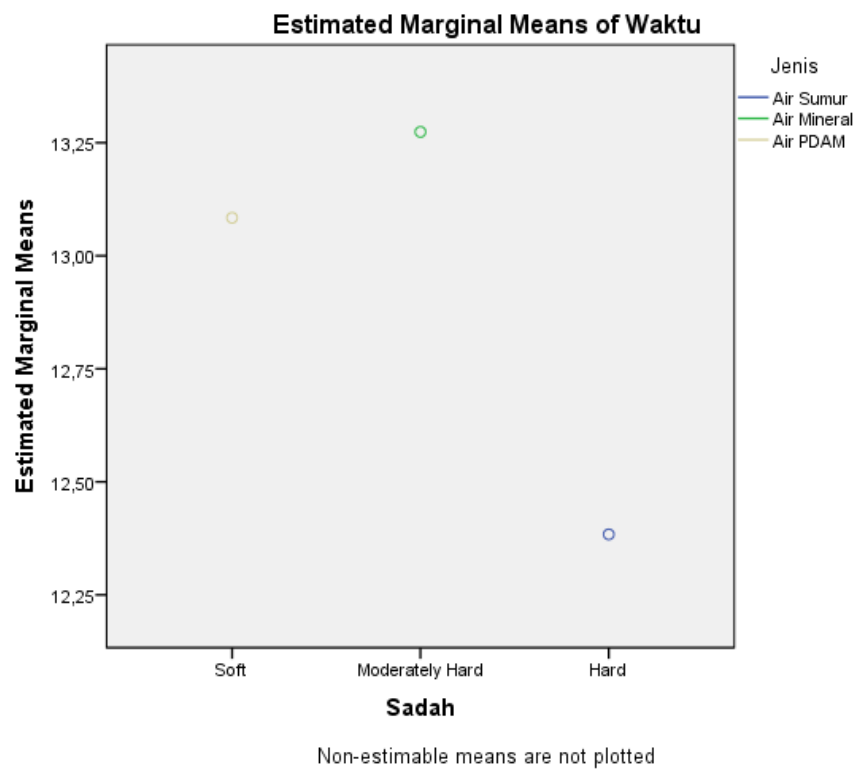
(I) Jenis	(J) Jenis	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Air Sumur	Air Mineral	-,8900*	,02730	,000	-,9495	-,8305
	Air PDAM	-,7000*	,02730	,000	-,7595	-,6405
Air Mineral	Air Sumur	,8900*	,02730	,000	,8305	,9495
	Air PDAM	,1900*	,02730	,000	,1305	,2495
Air PDAM	Air Sumur	,7000*	,02730	,000	,6405	,7595
	Air Mineral	-,1900*	,02730	,000	-,2495	-,1305

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,002.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Profile Plots





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
KAMPUS TAMALANREA

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Makassar 90245
Telepon (0411) 586012, 584641 Faximile. (0411) 584641

NAMA : Siti Zulkarnah Tripalu S. Pembimbing: drg. Iman Sugawo M. Kes
NIM : 311113012
JUDUL SKRIPSI : Pengaruh Penggunaan beberapa jenis Air Berdasarkan Kesadahan nya Terhadap Waktu Pengerasan akhir Dental Stone Tipe II

No.	Hari/Tanggal	Materi	Pembimbing	Paraf Tutor
1.	25 Senin / 25 Januari 2016	Acc Judul	drg. Iman Sugawo M. Kes	
2.	Jumat / 12 Februari 2016	Diskusi proposal	drg. Iman Sugawo M. Kes	
3.	Senin / 15 Februari 2016	Revisi proposal	drg. Iman Sugawo M. Kes	
4.	Rabu / 24 Februari 2016	Revisi proposal	drg. Iman Sugawo M. Kes	
5.	Jumat / Senin 7 Maret 2016	Acc proposal	drg. Iman Sugawo M. Kes	
6.	Selasa, 5 April 2016	Diskusi skripsi	drg. Iman Sugawo M. Kes	
7.		Diskusi hasil	drg. Iman Sugawo M. Kes 6/16/16	



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
KAMPUS TAMALANREA
JL. PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR 90245
Telp. (0411) 586012, psw : 1114, 1115, 1116, 1117, Fax : (0411) 584641
Website : www.unhas.ac.id/fkg , email : fkg@unhas.ac.id

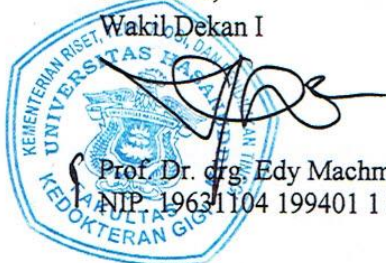
SURAT PENUGASAN

No. 338 /UN4.14.1/KP.53/2016

- Dari : Wakil Dekan I Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin
- Kepada : 1. Drg. Iman sujarwo,M.Kes
2. Siti Zulhajjah Tripalu Sasmita MD (Stb. J111 13 512)
- Isi : 1. Menugaskan kepada yang tersebut di atas untuk melakukan penelitian dengan judul **"Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Air Berdasarkan Kesadahaannya Terhadap Waktu Pengerasan Akhir Dental Stone Tipe III "**.
2. Bahwa saudara yang tersebut diatas dipandang mampu dan memehuni syarat untuk melaksanakan tugas tersebut.
3. Agar Penugasan ini dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dengan penuh rasa tanggung jawab.
4. Segala biaya yang dikeluarkan dibebankan kepada Peneliti.
5. Surat Penugasan ini berlaku bulan Maret-April 2016, dengan ketentuan bahwa apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam surat penugasan ini, akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di : Makassar
Pada Tanggal : 8 Maret 2016

a.n Dekan,
Wakil Dekan I



Prof. Dr. drg. Edy Machmud, Sp.Pros (K)
NIP. 19631104 199401 1 001

Tembusan :
1. Dekan FKG Unhas (Sebagai Laporan)



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
KAMPUS TAMALANREA
JL. PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR 90245
Telp. (0411) 586012, psw : 1114, 1115, 1116, 1117, Fax : (0411) 584641
Website : www.unhas.ac.id/fkg , email : fkg@unhas.ac.id

Yth,
Wakil Dekan I
Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin
Di –
Tempat

Dengan hormat,

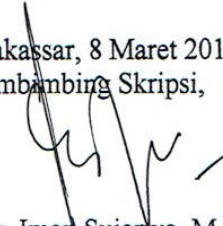
Bersama ini disampaikan bahwa kami yang bertandatangan dibawah ini sebagai pembimbing skripsi mahasiswa:

Nama : Siti Zulhajjah Tripalu Sasmita MD
Stambuk : J111 13 512
Lokasi Penelitian : 1. Lab Dental Material Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin
2. Lab Bahan Dan Beton Jurusan Tehnik Sipil Fakultas Teknik Politeknik Negri Ujung Pandang
Judul Penelitian : **"Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Air Berdasarkan Kesadahaannya Terhadap Waktu Pengerasan Akhir Dental Stone Tipe III "**.

Dengan ini memohon kiranya dapat diberi izin untuk melakukan penelitian yang berkaitan dengan judul penelitian pada bulan Maret-April 2016.

Demikianlah permohonan kami, atas bantuan dan kerjasamanya kami mengucapkan terima kasih.

Makassar, 8 Maret 2016
Pembimbing Skripsi,


drg. Iman Sujarwo, M.Kes
NIP. 19540521 198503 1 002

LAMPIRAN GAMBAR PENELITIAN

1. GAMBAR ALAT DAN BAHAN



JARUM VICAT



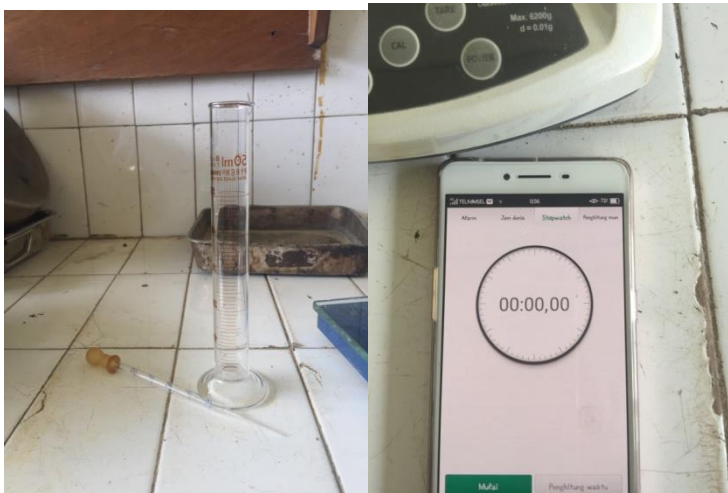
TIMBANGAN



DENTAL STONE TYPE III



**AIR MINERAL, AIR SUMUR, AIR PDAM, SPATEL, DAN
RUBBER BOWL**



GELAS UKUR, PIPET TETES, DAN STOPWATCH

2. GAMBARAN PROSES PENELITIAN

a. AIR MINERAL



b.AIR SUMUR



c. AIR PDAM

